

# BREVET D'INVENTION

Gr. 6. — Cl. 4.

N° 978.031

Perfectionnements aux dispositifs stabilisateurs d'engins se déplaçant dans des fluides.

M. GÉRARD COSTERG résidant en France (Seine).

Demandé le 9 novembre 1948, à 13<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 22 novembre 1950. — Publié le 9 avril 1951.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention est relative à des perfectionnements apportés aux dispositifs stabilisateurs et aux dispositifs de pilotage automatique des engins se déplaçant dans des fluides, tels par exemple que les aérodynes, les bateaux, les sous-marins, les torpilles etc.

Les perfectionnements selon l'invention ont pour but principal de remédier aux difficultés qu'il y a de sommer dans les dispositifs stabilisateurs automatiques des engins susvisés, les divers paramètres de pilotage pour les transmettre à une seule gouverne de désorientation.

Ces perfectionnements permettent de doser plus facilement les coefficients de ces paramètres et de changer avec facilité, sur le même axe de pilotage, le ou les paramètres qui contrôlent le déplacement de l'engin qui en est pourvu.

Les perfectionnements conformes à l'invention sont essentiellement caractérisés par le fait que la somme des signaux définissant les divers paramètres du pilotage, suivant un des axes de pilotage de l'engin, est effectué par l'engin lui-même, au moyen de plusieurs gouvernes disposées suivant cet axe.

Suivant chaque axe, la stabilisation est assurée par au moins une gouverne recevant des ordres d'au moins un appareil détecteur, de préférence un gyromètre, tandis que d'autres gouvernes, recevant des ordres d'autres appareils détecteurs, corrigent les erreurs résiduelles de cette stabilisation ou modifient la direction de l'axe de pilotage autour duquel s'effectue la stabilisation.

Ces perfectionnements peuvent en outre être caractérisés par les principes suivants :

**Principe 1.** — On place dans chacun des axes de pilotage (cap, roulis et tangage), des gouvernes auxiliaires sur lesquelles on peut appliquer des ordres provenant, soit des pilotes, soit des divers appareils détecteurs.

Jusqu'ici, pour stabiliser un aérodyne on donnait un coup de gouverne, fonction de :  
L'angle d'embardee  $\alpha$ ,

La vitesse angulaire  $\omega$  et de l'accélération angulaire  $\omega'$  de cette même embardee, suivant l'équation :

$$A\alpha + B\omega + C\omega' = \theta,$$

$\theta$  étant l'angle de correction de la gouverne et dans laquelle :

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} \text{ et } \omega' = \frac{d\omega}{dt}$$

Suivant la présente invention, on peut remplacer la gouverne unique ou le groupe de gouvernes par trois gouvernes ou groupes de gouvernes :

Une première recevant l'ordre  $A\alpha$ .

Une deuxième recevant l'ordre  $B\omega$ .

Une troisième recevant l'ordre  $C\omega'$ .

Les gouvernes peuvent également recevoir d'autres ordres que  $A\alpha - B\omega - C\omega'$ .

A, B et C étant des coefficients particuliers à chaque avion et s'adaptant aux diverses conditions de vol et pouvant être obtenus par des résistances réglables placées dans les circuits.

**Principe 2.** — On place dans chacun des axes de pilotage un nombre de gouvernes suffisant pour que chacune d'elles ne reçoive d'ordre que d'un seul appareil détecteur.

**Principe 3.** — Ces gouvernes auxiliaires peuvent avoir la forme des gouvernes dites « Flettner » axées sur la gouverne principale et qui servent actuellement à équilibrer l'action de l'air sur cette gouverne principale.

La gouverne Flettner qui était une gouverne d'équilibrage devient une gouverne active.

**Principe 4.** — On fait agir de préférence :

1° Sur la gouverne principale un ordre fonction de la vitesse angulaire  $\omega$  de l'embardee  $\alpha$



ou de l'accélération angulaire  $\omega'$  de cette même embardée ou encore fonction de  $(\omega + \omega')$ .

2° Sur la gouverne auxiliaire (de préférence en forme de flettner) un angle fonction de l'angle d'embarquée.

L'appareil détecteur de  $\omega$ ,  $\omega'$  ou  $\omega + \omega'$  généralement employé est un gyromètre.

Ce gyromètre dérive  $\alpha$  et cette dérivée est intégrée par l'amplificateur et le servo-moteur; c'est donc le gyromètre amortisseur qui assure la stabilisation.

Le rôle de  $\alpha$  dans la stabilisation n'est que de corriger les erreurs résiduelles de dérivation et d'intégration.

Le signal fonction de  $(\omega + \omega')$  sera généralement appliqué sur la gouverne principale puisque c'est lui qui assure la stabilisation.

Le signal fonction de  $\alpha$  sera généralement appliqué sur la gouverne auxiliaire.

*Principe 5.* — a) Sur la même gouverne, on peut facilement passer d'un appareil détecteur ou d'un groupe d'appareils détecteurs à un autre appareil détecteur ou à un autre groupe d'appareils détecteurs.

b) Sur la même gouverne on peut facilement passer d'un répéteur ou d'un groupe de répéteurs à un autre répéteur ou à un autre groupe de répéteurs.

L'indication d'un instrument de navigation donne au pilote une référence qui lui permet de rectifier le vol de l'avion.

Cette opération semi-automatique est transformée suivant la présente invention en une opération entièrement automatique.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront au cours de la description qui en sera donnée ci-après en regard des dessins annexés qui représentent, schématiquement et simplement à titre d'exemple, divers modes de réalisation de l'invention.

Sur ces dessins :

La fig. 1 est un schéma de principe montrant l'application de l'invention au pilotage d'un aérodyne, suivant ses trois axes.

La fig. 2 représente une réalisation possible de la commande des gouvernes de cap;

La fig. 3 représente l'application de l'invention au pilotage d'un bateau;

La fig. 4 représente l'application de l'invention pour la commande d'une gouverne triple;

Les fig. 5 et 6 sont des schémas relatifs à la stabilisation d'un avion suivant le cap;

La fig. 7 est un schéma représentant un répéteur de compas équipé d'un potentiomètre destiné à envoyer des ordres à un servo-moteur commandant une gouverne.

La fig. 8 est la représentation schématique d'un stabilisateur conforme à l'invention;

Les fig. 9 et 10 représentent schématiquement un pilote automatique trois axes simplifié et son manche de commande de cap;

Les fig. 11, 12 et 13, représentent schématiquement un pilote automatique trois axes, le commutateur permettant de passer d'un appareil détecteur à l'autre et le manche de commande de cap.

L'aérodyne représenté à titre d'exemple sur la fig. 1 est pourvu des perfectionnements conformes à l'invention. A cet effet, chacune des gouvernes uniques normales est remplacée par un groupe de trois gouvernes auxiliaires, respectivement  $a_1, b_1, c_1$ , et  $a'_1, b'_1, c'_1$  pour les ailerons;  $a_2, b_2, c_2$  et  $a'_2, b'_2, c'_2$  pour les gouvernes de profondeur et  $a_3, b_3, c_3$  pour la gouverne de direction.

Chacune des gouvernes auxiliaires est commandée par un servo-moteur respectif d.

L'ensemble est aménagé, comme il sera décrit en détail plus loin, de façon que :

Les gouvernes auxiliaires  $a_1, a'_1; a_2, a'_2$  et  $a_3$  reçoivent des ordres de leur servo-moteur d, qui soient fonction du déplacement angulaire ou angle d'embarquée  $\alpha$  de l'avion, suivant l'axe de l'avion piloté par ces gouvernes;

Les gouvernes  $b_1, b'_1; b_2, b'_2$  et  $b_3$  reçoivent des ordres de leur servo-moteur, qui soient fonction de la vitesse angulaire  $\omega$  de l'embarquée;

Les gouvernes  $c_1, c'_1; c_2, c'_2$  et  $c_3$  reçoivent des ordres de leur servo-moteur, qui soient fonction de l'accélération angulaire  $\omega'$  de cette même embardée.

De cette façon on obtient bien trois groupes de gouvernes recevant respectivement un ordre  $A\alpha$ ; un ordre  $B\omega$  et un ordre  $C\omega'$ , A, B et C étant des coefficients particuliers à chaque avion et s'adaptant aux diverses conditions de vol. Ces coefficients peuvent être obtenus par des résistances réglables placées dans les différents circuits.

Il est bien évident que cet exemple n'est pas limitatif et que les groupes de gouvernes peuvent également recevoir d'autres ordres que  $A\alpha$ ,  $B\omega$  et  $C\omega'$ .

Sur la fig. 2 on a représenté une gouverne de cap composée conformément à l'invention d'une gouverne principale 1 équilibrée par la partie 1a, et d'une gouverne auxiliaire 2 du type « Flettner », qui est rendue active par le fait qu'elle est soumise à l'action d'un servo-moteur 3, la gouverne principale étant elle-même soumise à l'action d'un servo-moteur 4.

Étant donné que l'appareil détecteur de la vitesse angulaire  $\omega$ , de l'accélération angulaire  $\omega'$  ou de la somme  $\omega + \omega'$ , généralement employé est un gyromètre qui dérive l'angle d'em-

bardée  $\alpha$  et que cette dérivée est intégrée par l'amplificateur et le servo-moteur, c'est le gyromètre amortisseur qui assure la stabilisation. Le rôle de  $\alpha$  dans cette stabilisation n'est que de corriger les erreurs résiduelles de dérivation et d'intégration.

En conséquence, il y a intérêt, d'une part, à ce que le signal fonction de  $(\omega + \omega')$  soit généralement appliqué sur la gouverne principale 1, étant donné que c'est lui qui assure la stabilisation, et, d'autre part, à ce que le signal fonction de  $\alpha$  soit généralement appliqué sur la gouverne auxiliaire 2.

La fig. 3 montre l'application de l'invention au pilotage d'un bateau. Dans ce cas, le gouvernail comporte : une gouverne 1 soumise à l'action d'un servo-moteur 4 recevant un ordre fonction de l'embarquée  $\alpha$ ; une gouverne 2 soumise à l'action d'un servo-moteur 3 recevant un ordre fonction de la vitesse angulaire et de l'accélération  $(\omega + \omega')$  de cette embarquée.

Dans le cas de l'application de l'invention à une gouverne triple (voir fig. 4), la gouverne médiane 5 reçoit de son servo-moteur 6 un ordre fonction de l'angle d'embarquée et les gouvernes extrêmes 7a et 7b reçoivent de leur servo-moteur 8a et 8b des ordres fonction des vitesses et des accélérations angulaires  $(\omega + \omega')$  d'embarquée.

Il est évident que l'on pourrait, à l'inverse, appliquer l'angle d'embarquée aux gouvernes extrêmes et la vitesse et/ou l'accélération de la vitesse de cette embarquée à la gouverne médiane.

Suivant une variante de réalisation la stabilisation d'un avion suivant le cap peut être réalisée comme suit (voir fig. 5), un servo-moteur 9 recevant d'un gyromètre 10 un courant amplifié en 11, commande la gouverne auxiliaire 2. Par contre, la gouverne principale 1 est laissée à la libre disposition du pilote.

Suivant une autre variante de l'application de l'invention à la stabilisation d'un avion suivant le cap (voir fig. 6), un gyromètre 10 commande, par l'intermédiaire d'un servo-moteur 12, la gouverne principale 1. Le courant d'une sonde ou d'un compas 13, amplifié en 14, commande le servo-moteur 15 branché sur la gouverne auxiliaire 2.

On pourrait dans certains cas utiliser directement les courants (continus ou alternatifs) produits par certains appareils tels que les transmetteurs à distance. On peut également envisager l'emploi direct de tous instruments donnant des indications instables mais exactes dans le temps sans que ces indications soient stabilisées par un gyroscope.

La fig. 7 représente un répétiteur de compas équipé d'un potentiomètre destiné à envoyer

des ordres à un servo-moteur commandant une gouverne.

A cet effet, il est prévu un potentiomètre dont le zéro correspond à la pointe 16 qui est monté sur un cadre mobile 17 commandé par un bouton 18.

L'aiguille 19 porte le balai du potentiomètre en 20 et les extrémités du potentiomètre sont branchées sur deux parties conductrices 21a et 21b, de résistance pratiquement nulle.

La gouverne commandée corrige alors le vol de l'avion jusqu'à ce que le balai de l'aiguille indicatrice 19 arrive à la position zéro du potentiomètre, le vol se stabilisant, alors autour de ce point.

On pourrait également utiliser un répétiteur à cadran mobile, auquel cas le potentiomètre serait fixé et mis à la place de l'index habituel.

La fig. 8 en représente l'application à un stabilisateur de cap.

Un variateur de cap 22 et le répétiteur d'un compas 23 sont équipés d'un potentiomètre 24 analogue à celui qui vient d'être décrit.

Les courants des potentiomètres sont amplifiés par un convertisseur du type « Léonard » 25 et dirigés sur les servo-moteurs 26 et 27. Le servo-moteur 26 du variateur de cap 22 commande la gouverne principale 1 et le servo-moteur 27 du répétiteur du compas 23 commande la gouverne auxiliaire 2.

La fig. 9 représente un pilote automatique trois axes simplifié, c'est-à-dire que les ailerons 28 ne comportent pas de gouverne auxiliaire, les erreurs d'intégration étant résorbées par les corrections de la commande de cap.

La stabilisation suivant le cap est assurée par le gyromètre du variateur de cap 22 pourvu d'un potentiomètre 24 qui agit sur la gouverne principale 1 par l'intermédiaire d'un servo-moteur 29, le courant émanant du potentiomètre étant amplifié en 30.

Les erreurs d'intégration sont résorbées par les signaux donnés par le répétiteur du compas 23 pourvu d'un potentiomètre 24 dont le courant amplifié en 31 agit sur la gouverne auxiliaire 2, par l'intermédiaire d'un servo-moteur 32.

Les ailerons, comme on l'a vu, ne comportent qu'une gouverne principale 28 mise à l'action d'un servo-moteur 33 sur lequel agit le courant du potentiomètre 24 du variateur de cap 22.

La stabilisation en profondeur est assurée par un gyromètre 33 agissant sur la gouverne auxiliaire 34 par l'intermédiaire d'un servo-moteur 35. La gouverne principale de profondeur 36 est réglée directement par le pilote et résorbe les erreurs résiduelles d'intégration.

La commande de changement de cap est dis-

posée (voir fig. 10) sur le manche 37. Ce dernier comporte un bouton 38 commandant le virage à droite ou à gauche et un interrupteur 39 coupant toute l'installation.

La fig. 11 représente un pilote automatique trois axes.

Le répéteur du compas 23, le variomètre 40, l'horizon 41, le variateur de cap 22, l'altimètre 42, le statoscope 43 comportent tous un dispositif à potentiomètre 24 analogue à celui représenté sur la fig. 7.

Les courants émanant de ces potentiomètres 24 sont amplifiés respectivement en 44, 45, 46, 47, 48, 49 et 50, pour être transmis : celui du répéteur de cap 23 à la gouverne auxiliaire de cap 2, par l'intermédiaire du servo-moteur 51; celui du variomètre 40 à la gouverne auxiliaire de profondeur 52, par l'intermédiaire du servo-moteur 53; celui de l'horizon 41 la gouverne auxiliaire d'aileron 54, par l'intermédiaire du servo-moteur 55.

Les gouvernes principales correspondantes 1, 56 et 57 sont commandées par des gyromètres, gouverne 1 par le gyromètre du variateur de cap 22, gouvernes 56 et 57 par les gyromètres 58 et 59, par l'intermédiaire de servo-moteurs 60, 61 et 62 qui peuvent n'être que des relais faisant fonctionner des servo-moteurs (hydrauliques, pneumatiques, électriques, etc.) plus puissants actionnant directement les gouvernes.

Un commutateur 63 (voir fig. 12) permet de passer d'un appareil détecteur à l'autre. Par ailleurs, la commande de cap (voir fig. 13) comporte un bouton 64 commandant le virage à droite ou à gauche et un interrupteur 65 qui coupe toute l'installation.

Il va de soi que les diverses applications de l'invention qui ont été décrites et représentées ne sont nullement limitatives. Elles ont été données uniquement pour mieux faire ressortir les caractéristiques de l'invention. On pourra donc apporter toute modification de détail conforme à son esprit sans sortir de son cadre et appliquer cette invention à la stabilisation de tout engin se déplaçant dans un fluide comme par exemple les avions, sous-marins, bateaux, torpilles, hélicoptères, etc.

#### RÉSUMÉ.

Perfectionnements apportés à la stabilisation et au pilotage automatique des engins se déplaçant dans des fluides, et, d'une façon plus particulière, à la stabilisation et au pilotage automatique des aérodynes. Ces perfectionnements sont caractérisés par les points suivants, pris séparément ou en combinaisons :

1° La somme des signaux définissant les di-

vers paramètres du pilotage, suivant un des axes de pilotage de l'engin, est effectuée par l'engin lui-même, au moyen de plusieurs gouvernes disposées suivant cet axe;

2° Suivant chaque axe, la stabilisation est assurée par au moins une gouverne recevant des ordres d'au moins un appareil détecteur, de préférence un gyromètre, tandis que d'autres gouvernes, recevant des ordres d'autres appareils détecteurs, corrigent les erreurs résiduelles de cette stabilisation ou modifient la direction de l'axe de pilotage autour duquel s'effectue la stabilisation;

3° On place, dans le même axe de pilotage, plusieurs gouvernes, chacune de ces gouvernes recevant, indépendamment des autres, un ordre fonction :

Soit de l'embarquée  $\alpha$ ;

Soit de la vitesse angulaire  $\omega$ ,

Soit de l'accélération de cette même embarquée  $\omega'$ ,

Soit d'une somme de la forme  $B\omega + C\omega'$ ,

Soit d'un autre paramètre.

4° Dans le même axe de pilotage sont placés un ou plusieurs groupes de gouvernes, dont chacun reçoit, indépendamment des autres un ordre fonction :

Soit de l'embarquée  $\alpha$ ,

Soit de la vitesse angulaire  $\omega$ ,

Soit de l'accélération angulaire  $\omega'$  de même embarquée,

Soit d'une somme de la forme  $B\omega + C\omega'$ ,

Soit d'un autre paramètre.

5° On transforme les gouvernes du genre « flettner » en gouvernes actives recevant des ordres d'un appareil détecteur autre que celui qui commande la gouverne principale afin que la gouverne auxiliaire du genre flettner introduise dans le pilotage un paramètre différent de celui qui règle les mouvements de la gouverne principale;

6° Il est prévu dans le même axe de pilotage plusieurs gouvernes ou plusieurs groupes de gouvernes, certaines gouvernes ou certains groupes de gouvernes assurant un pilotage de vitesse alors que les autres gouvernes assurent un pilotage de position;

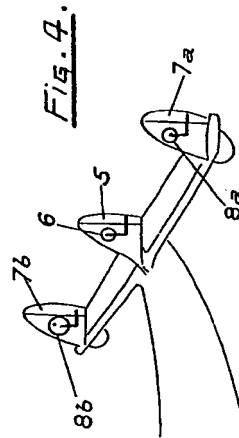
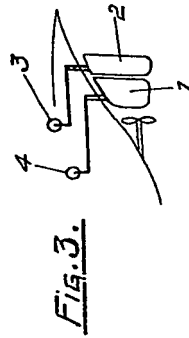
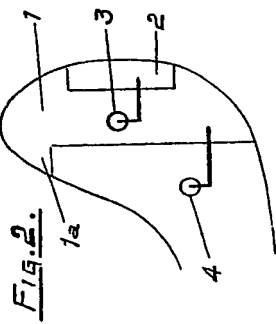
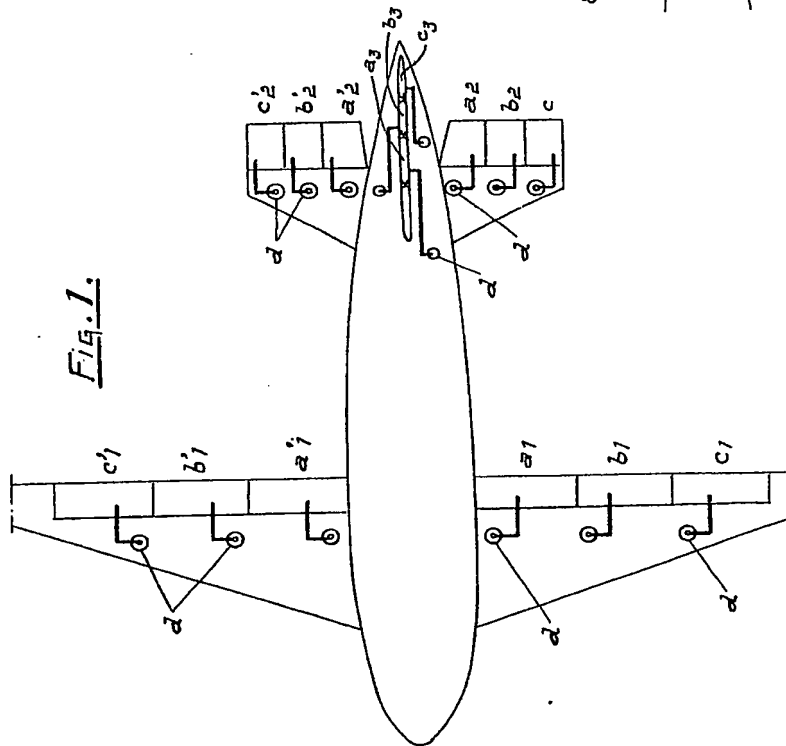
7° Sur chaque instrument de bord est aménagé un potentiomètre monté sur un disque mobile commandé par un moteur ou par un bouton extérieur; le balai du potentiomètre étant fixé sur l'aiguille indicatrice et le disque mobile servant à afficher l'ordre sur lequel viendra se stabiliser l'engin piloté.

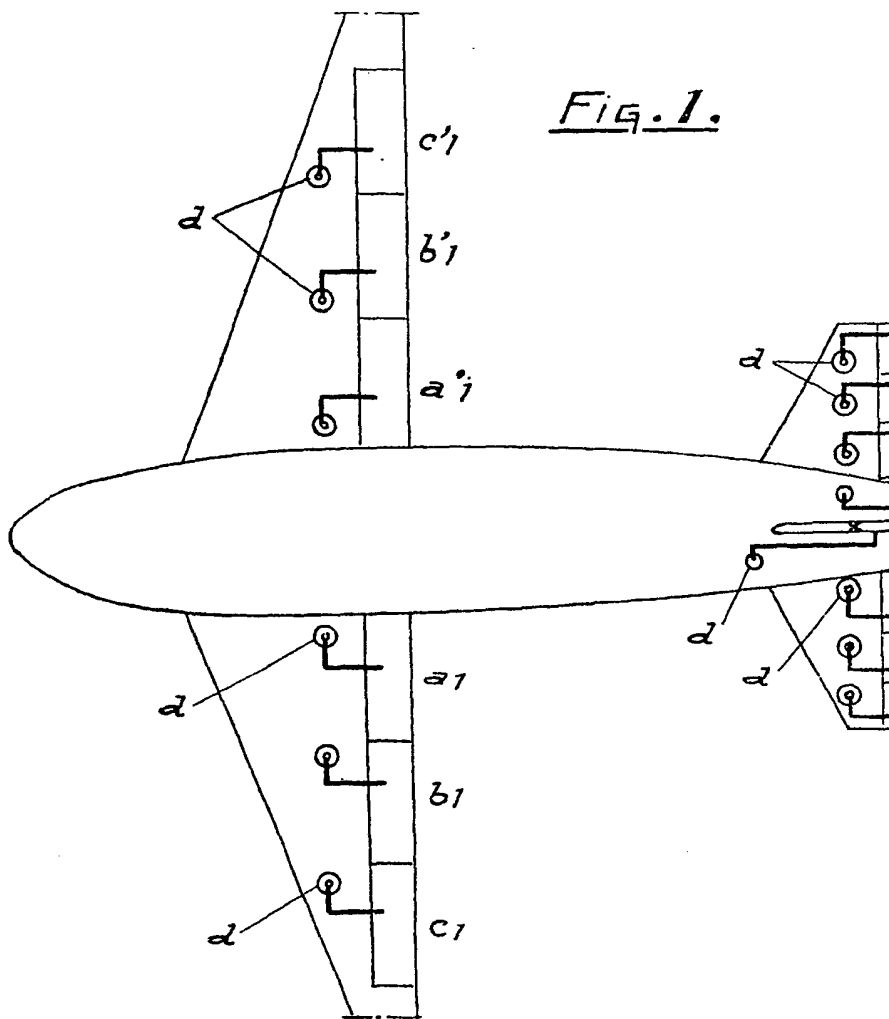
GÉRARD COSTERG.

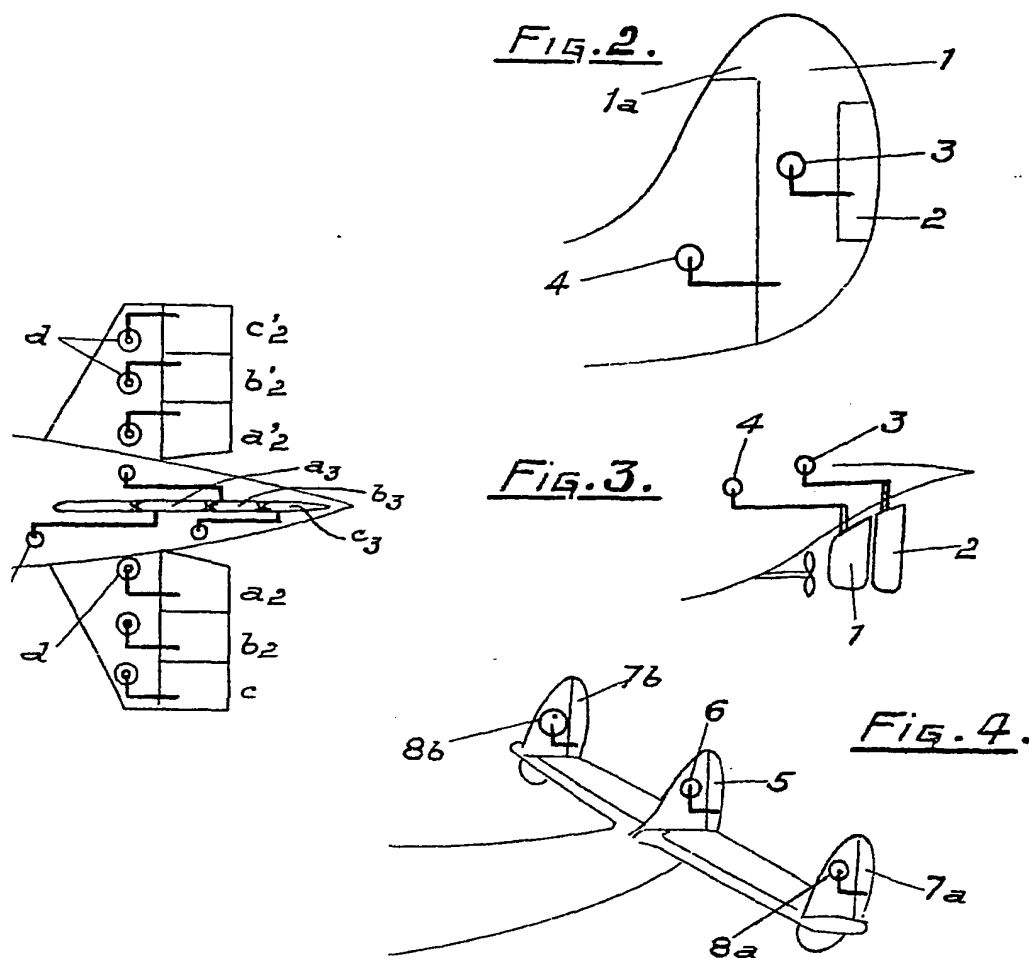
Par procuration :

SIMONNOT, RINUY, BLENDILL et PONT.

Pour la vente des fascicules, s'adresser à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention, Paris (15').







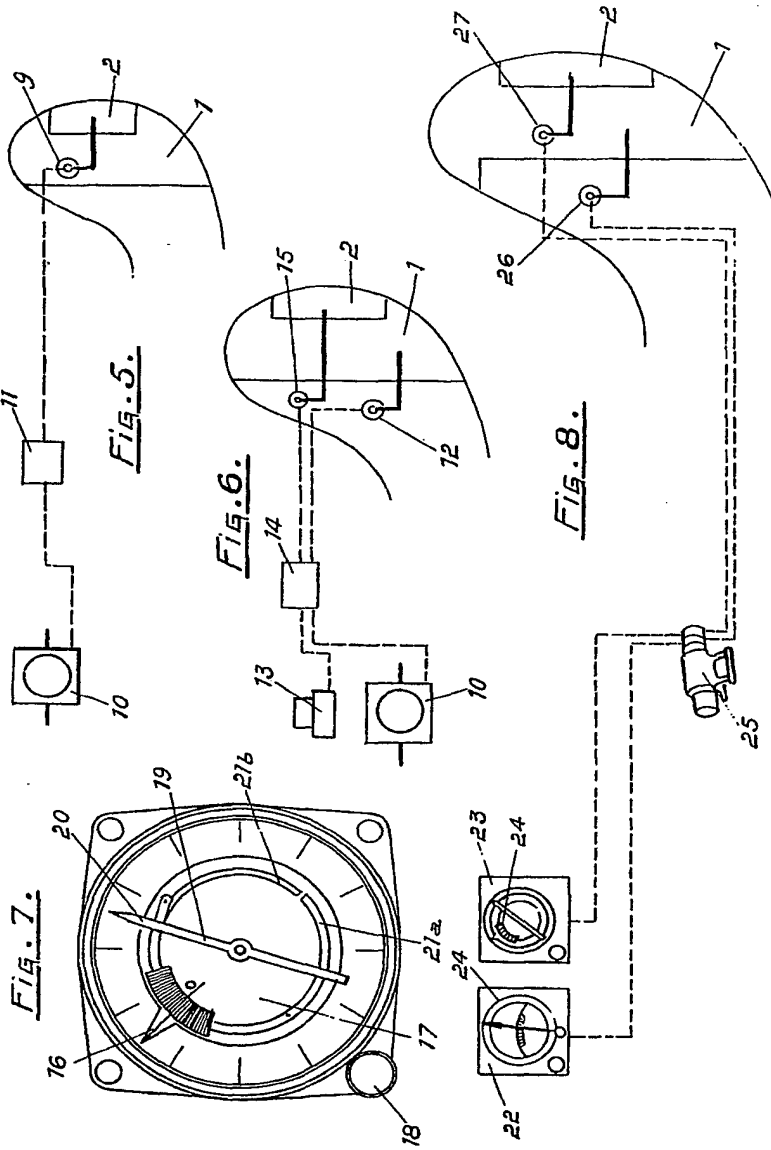
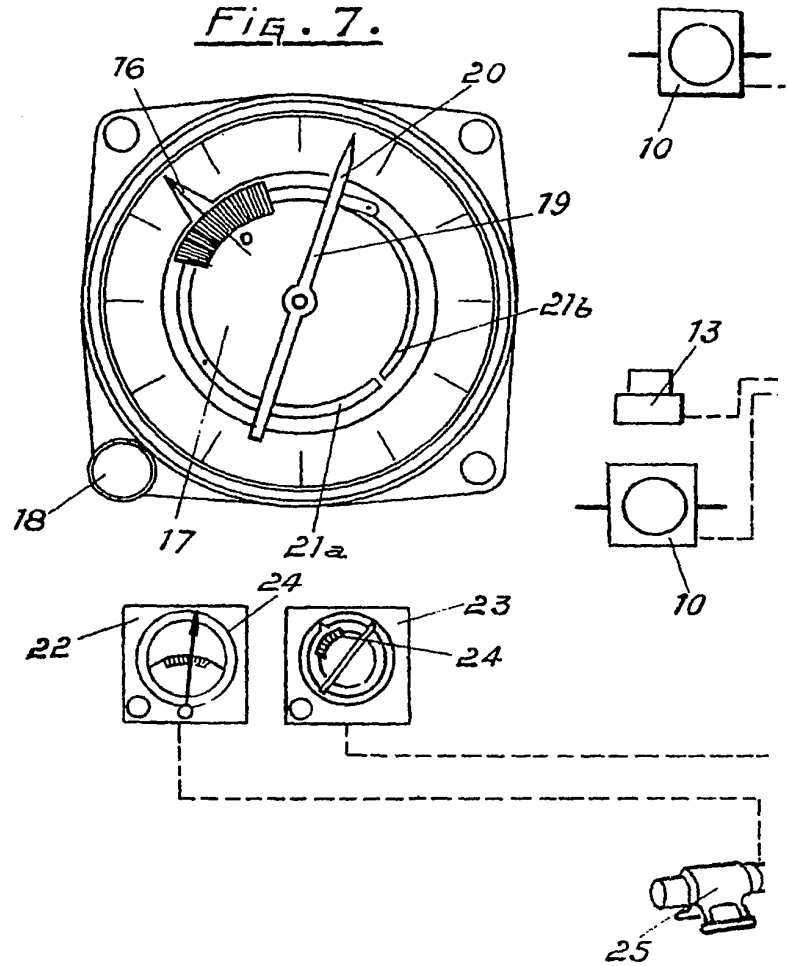




FIG. 7.



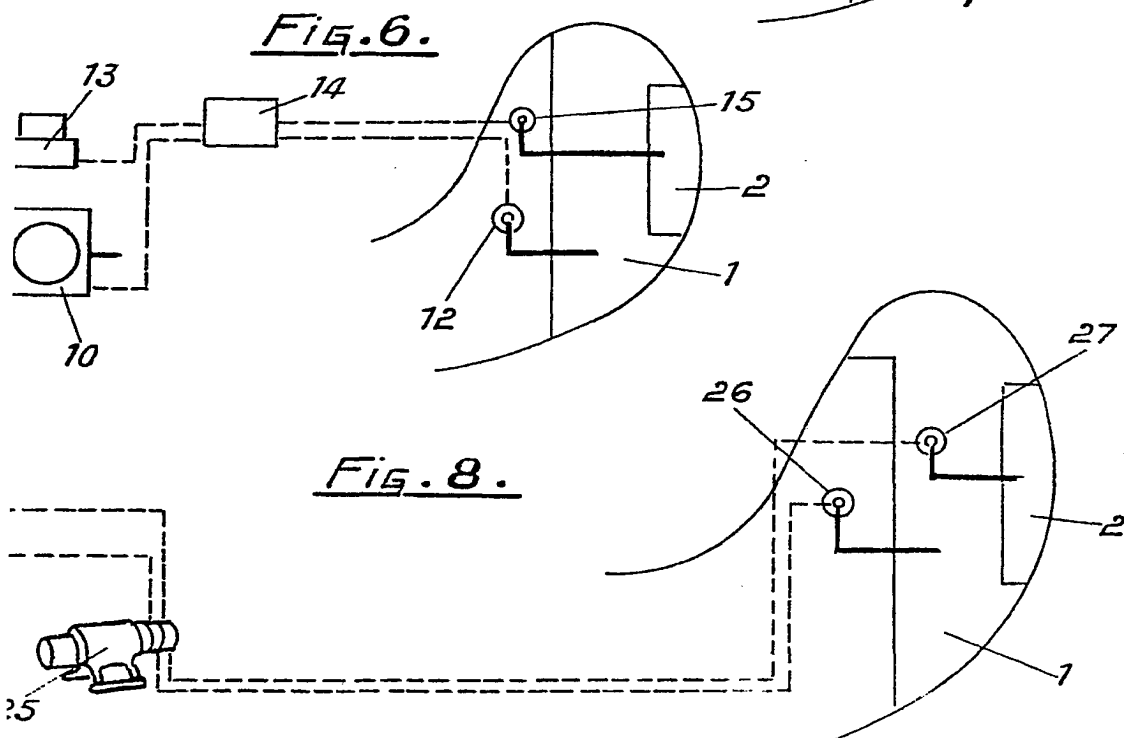
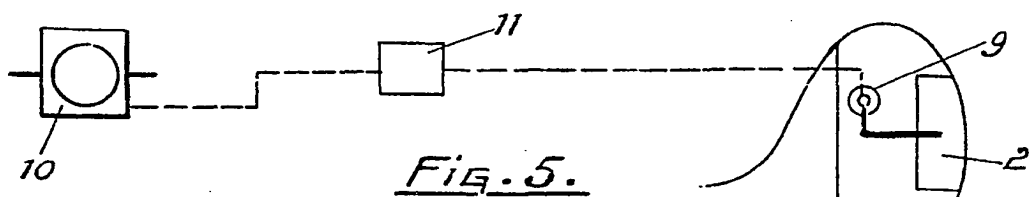
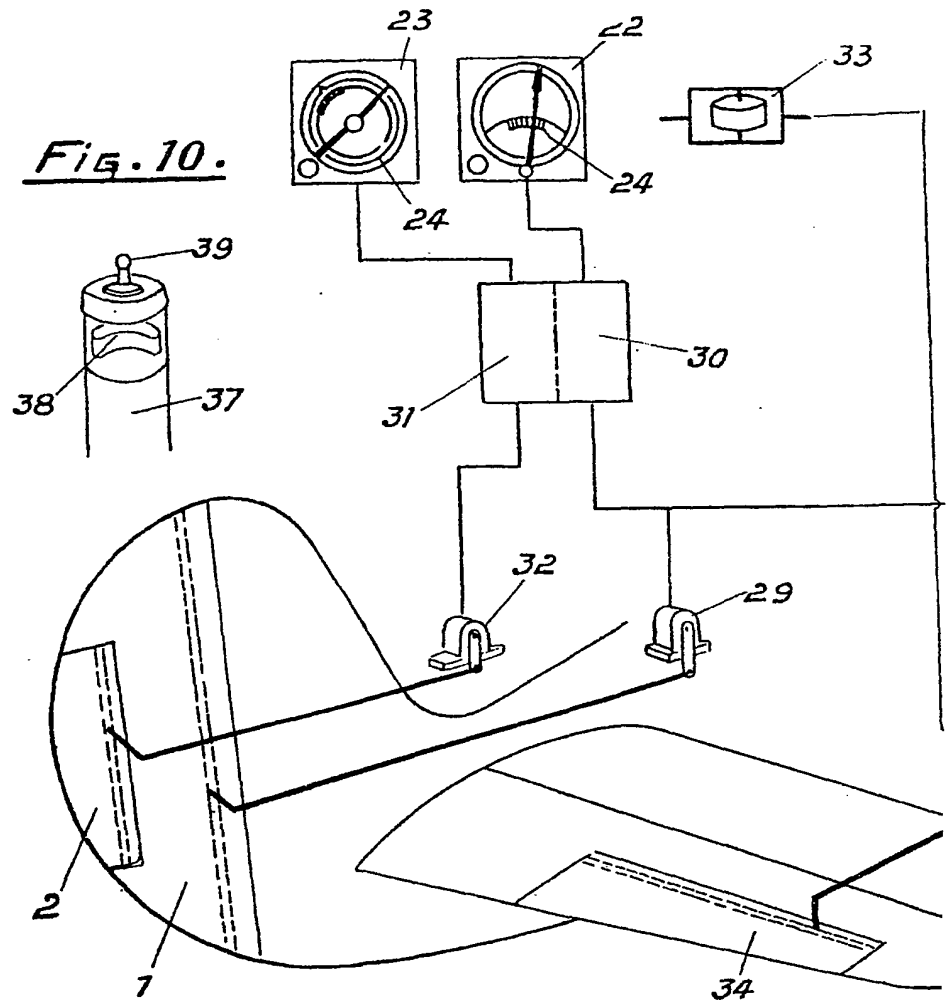
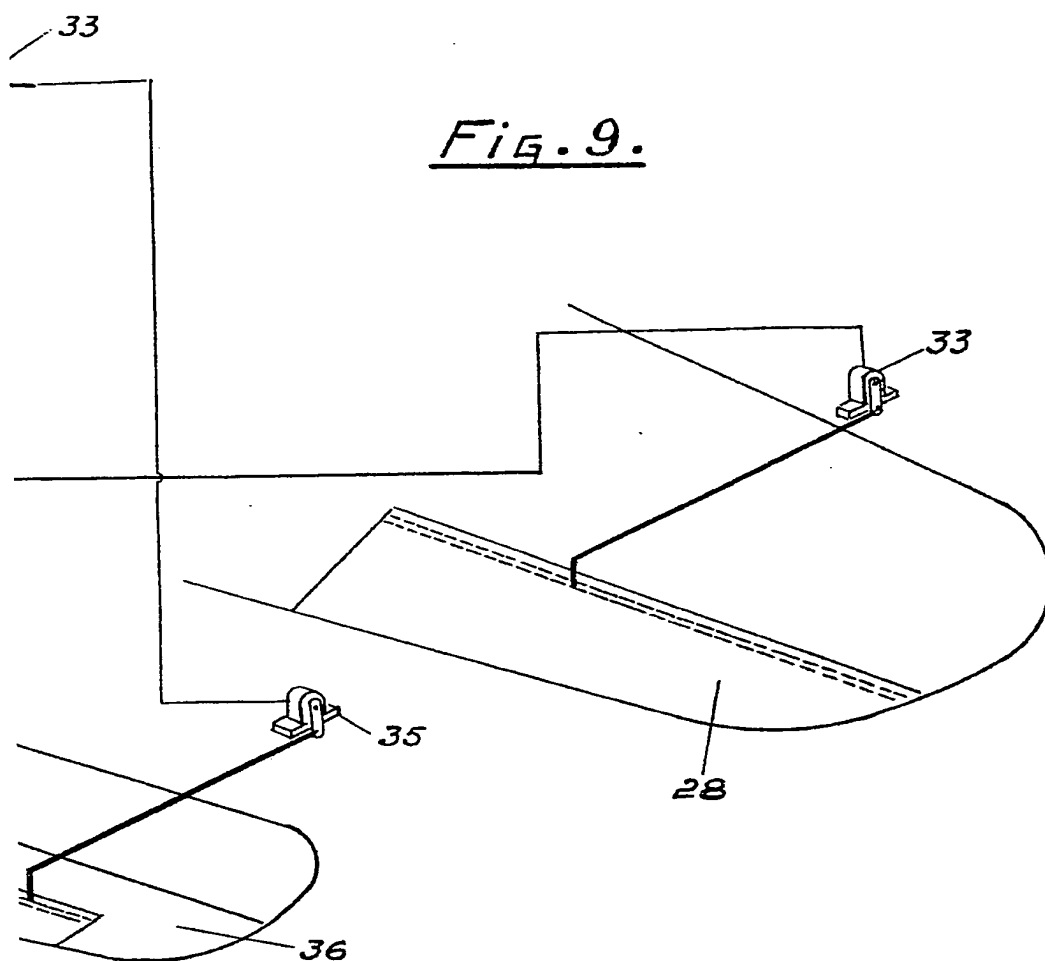




Fig. 9.

FIG. 10.

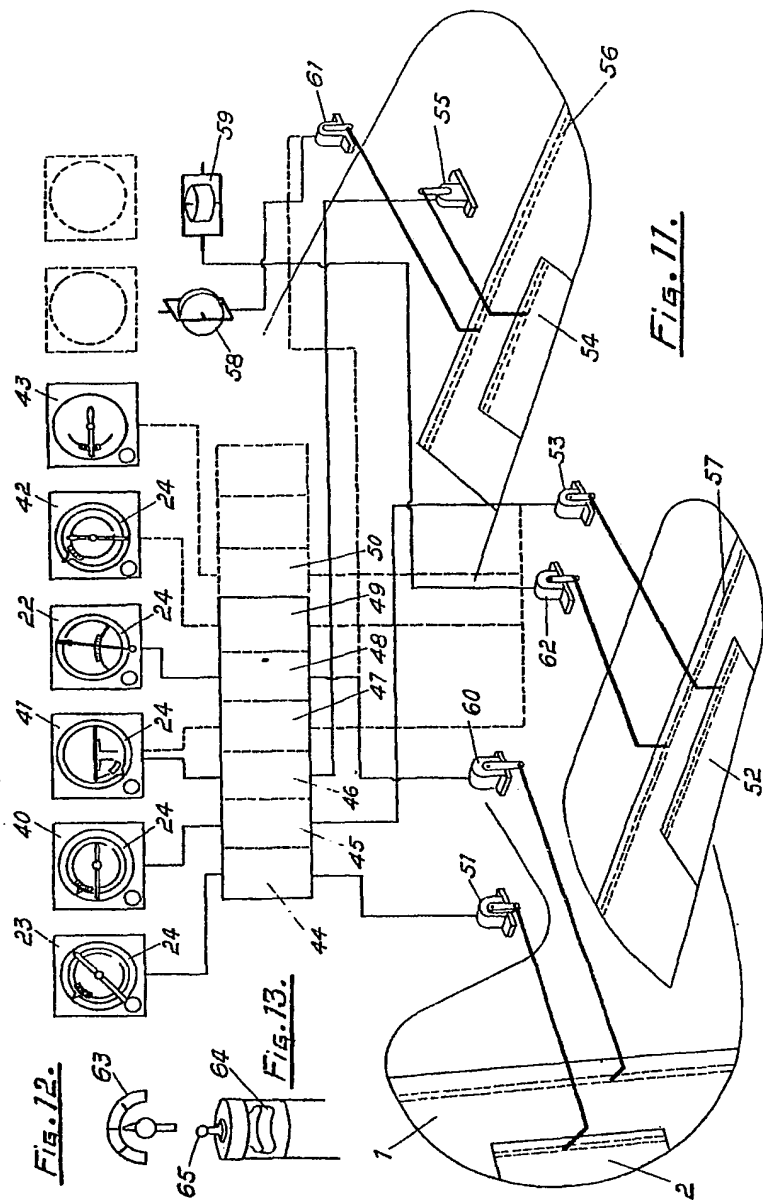


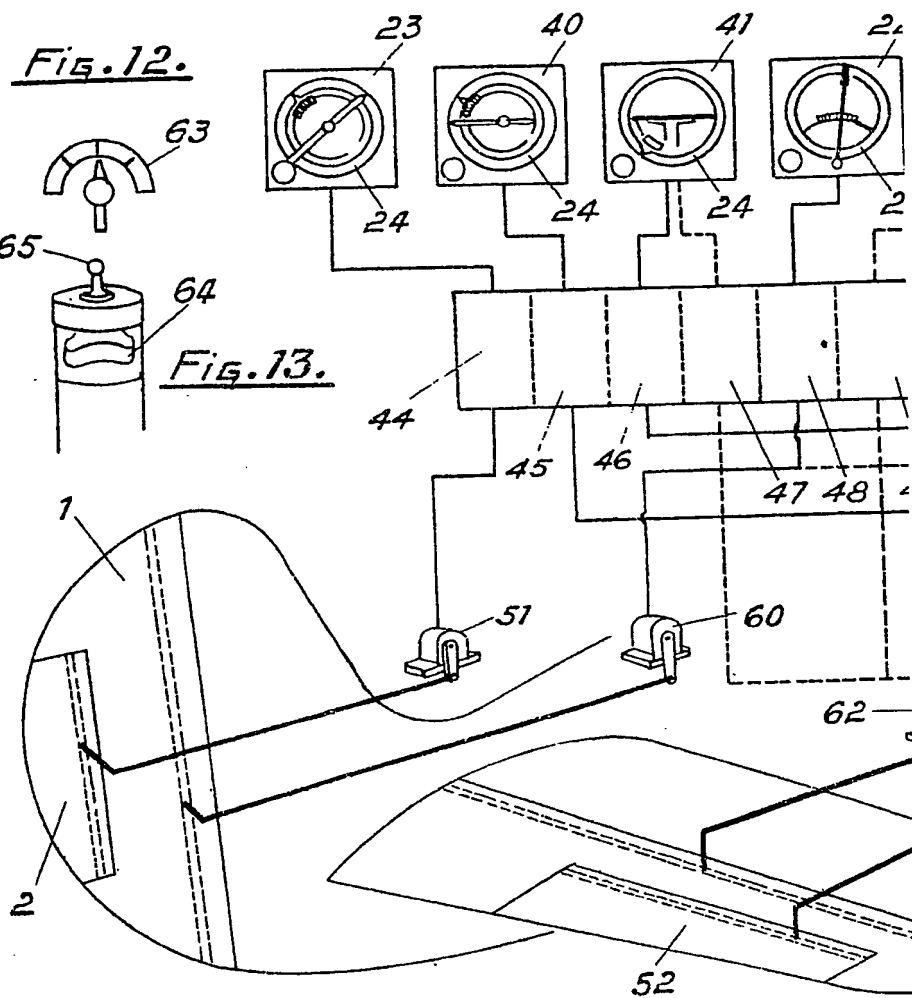


N° 978.031

M. Costerg

4 planches. --- Pl. IV









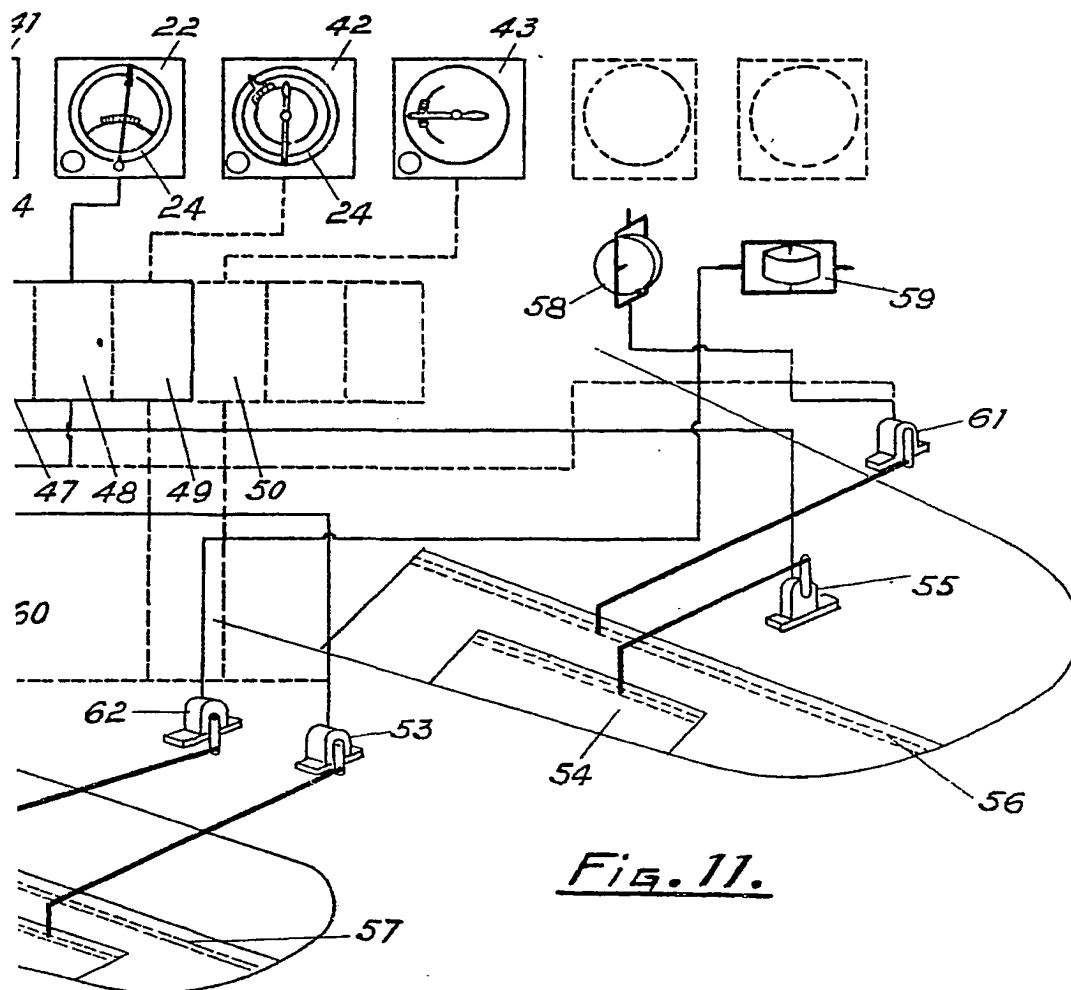


Fig. 11.

